

Les cellules eucaryotes

Les **œ eucaryotes** sont des états avancés de forme de vie et elles ont des dimensions qui varient de **10 à 100 µm**.

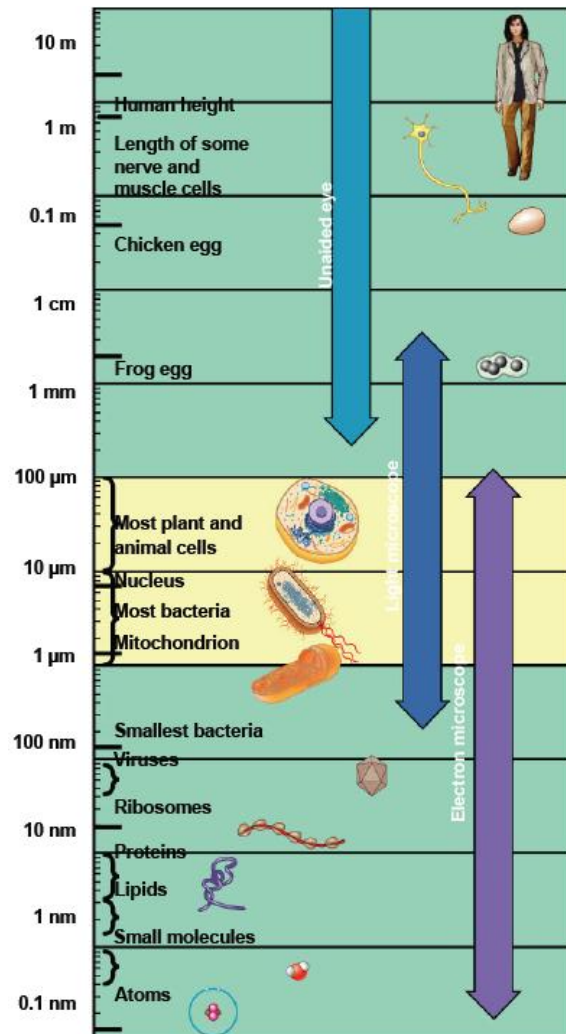
Elles fonctionnent sur un mode d'organisation dynamique, en mouvement perpétuel de structures identifiables.

Q : combien de fois devons nous nous rétrécir pour entrer dans une cellule ($1,70m \rightarrow 1,7\mu m$) ?

R : \simeq de 1 millions de fois.

On va devoir traverser la membrane plasmique. C'est une structure fondamentale pour la vie de la **œ**. Quand on parle de « *choses essentielles au fonctionnement de la vie et de la œ* », il faut faire l'association entre ce qui est essentiel à la **œ** et ce qui l'est aux associations de **œ**.

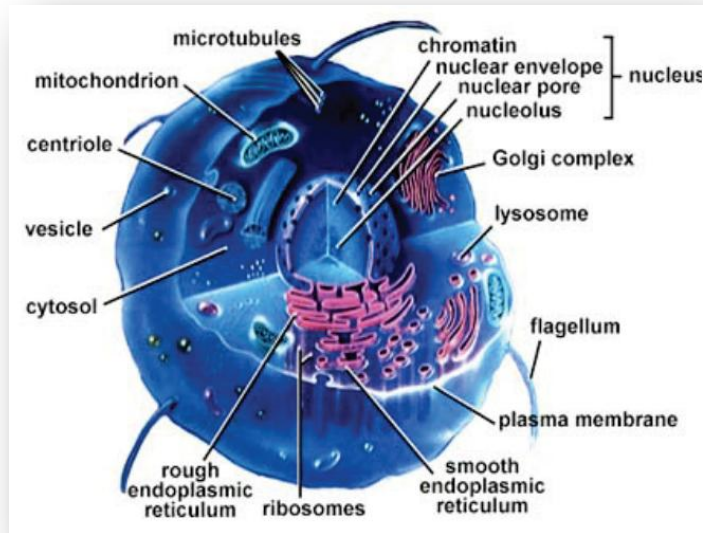
Quand on dit que la membrane plasmique est primordial, il faut veiller à ce que la membrane cellulaire des **œ** d'un Homme soit en bon état (*maintenir et préserver la santé des patients, c'est comprendre, puis apprendre, puis appliquer les concepts de base pour que la œ fonctionne bien*).



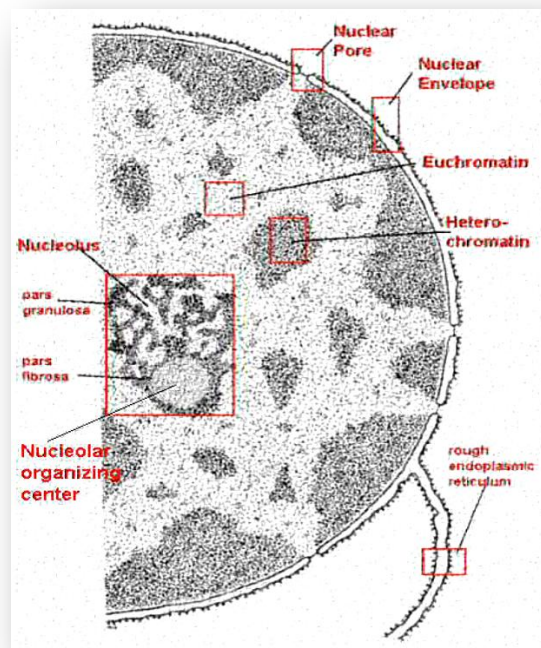
Le Syndrome métabolique : c'est le mal du siècle, il y a en moyenne 1 mort toutes les 10 secondes dans le monde. Il résulte d'une membrane plasmique trop rigide et qui, dès lors n'assure plus correctement sa fonction. L'industrie pharmaceutique va créer une médication qui va agir avec l'insuline, mais très peu de traitement allopathique vont avoir un effet sur cette membrane plasmique et sa réaction face à l'insuline.

En passant au delà de cette membrane plasmique, on rentre dans une solution visqueuse riche en eau, en protéine, etc... c'est le milieu intracellulaire dans lequel baigne des structures constituées eux même d'une bicouche (*structures membranées ou non-membranées*) : ce sont les organites. Ils sont constitués d'enzymes, d'ions et de protons nécessaires à leur mission.

La cellule est un système extrêmement complexe.



L'organe le plus grand est le **noyau cellulaire** (taille de 5 à 20 μm), qui définit l'identité des eucaryotes et va protéger le patrimoine génétique de la ϕ (On va en vérité comparer 2 types de ϕ eucaryotes, les ϕ animales et les ϕ végétales). Chez un même individu, il y a près 200 types de ϕ différentes qui caractérisent un individu.

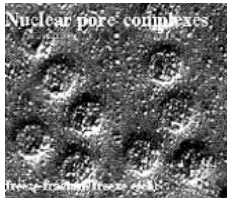


Q : qu'est ce que le phénotype ?

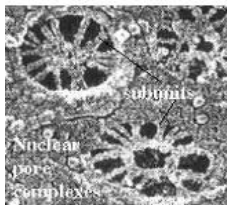
R : ensemble des caractéristiques structurales, morphologiques, biochimiques que l'on peut observer, mesurer, détecter, qui correspond à l'expression d'un programme génétique. Le génotype, par contre, c'est l'ensemble de ces programmes génétiques.

Les ϕ animales sont caractérisées par une membrane (*bicouche lipidique*). On retrouve des annexes (*structures protéique, glucidique, mixte*) sur la membrane ayant des fonctions. Cette membrane peut être dynamique ou stabilisée.

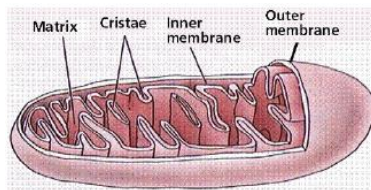
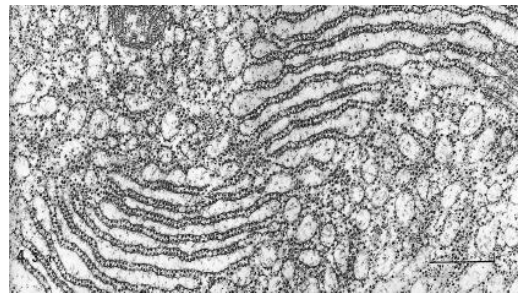
La membrane cellulaire isole le cytoplasme, milieu intracellulaire, du milieu extracellulaire. Le cytoplasme est constitué du cytosol, fluide visqueux, contenant les organites, mais aussi toute une série de macro-fibres : le **cytosquelette** (*jouant un rôle fondamental dans la forme de la cellule mais aussi dans le transport, en faisant office de support (Cf. dynéine)*). Dans certaines ϕ : ce cytosquelette devient prépondérant comme dans les ϕ musculaires.



Le Noyau est en communication avec le cytosol via des ouvertures, des sas, qui sont généralement fermés. Ce sont les **pores nucléaires**. Cela permet un contrôle des transferts. Des anomalies de cette circulation peuvent entraîner des maladies.



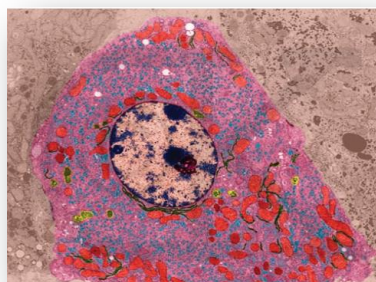
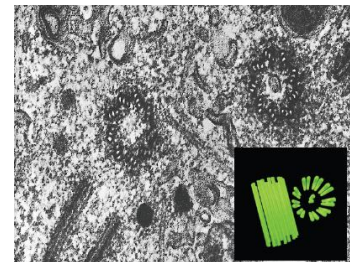
Dans le cytoplasme, il y a des saccules que l'on appelle **réticulum endoplasmique** rugueux (*ou granuleux*) ou lisse. La rugosité est liée à la présence de ribosomes : dont le rôle est la formation de protéines à partir d'un ARNm.



La **mitochondrie** est une véritable usine. Cette organelle fournit l'énergie chimique utilisable par les molécules (*dans les réactions chimiques organiques*) : l'ATP (*production de 50 Kg par jour d'ATP par personnes*). Il est important de se souvenir qu'un patient est composé de ϕ . C'est la philosophie à l'origine de la médecine mitochondriale.

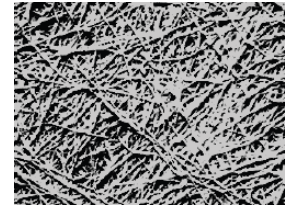
(Elles sont responsables du vieillissement. C'est une ancienne bactérie qui a élu domicile dans la ϕ eucaryote. Elle est responsable de la respiration cellulaire).

Les **centrioles** sont un assemblage de protéines de tubuline : ils sont deux et tout le temps perpendiculaire l'un à l'autre. Ils sont responsables de la perception de la ϕ par rapport à l'espace. Ils sont situés dans une zone péri-nucléaire : le **centrosome**. Cette zone existe dans la cellule végétale mais n'est pas occupée par les centrioles. Cela dit, cette zone centrosomique est le centre d'organisation du cytosquelette cellulaire. Le **centriole** a toujours 9 paires de microtubules et ils sont toujours perpendiculaires.



Certains éléments sont observés alors qu'il ne mesure que 5 à 10 μm . On observe les nucléoles. Ce sont des organites nucléaires non membranés. Ils correspondent aux centres d'assemblage des ribosomes. On observe aussi la chromatine dense (*ou hétéro-chromatine. Les chromosomes sont la forme la plus condensée de la chromatine*) qui est un compactage d'ADN et protéine. On trouve aussi de l'euchromatine (*c'est la chromatine décondensée*) (sur le schéma ci-dessus, En rouge : les mitochondries).

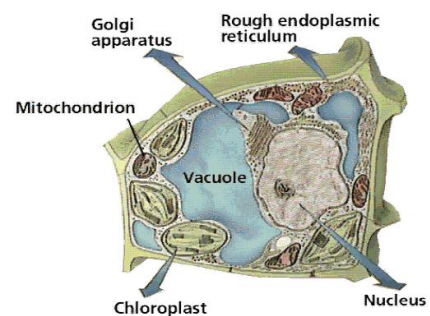
La ϕ végétale a une membrane plasmique, un noyau, des REG et REL, des mitochondries, un centrosome, etc... mais pas de centriole. Néanmoins, elles vont posséder des structures qui leur sont propres. Ceci va permettre de faire le diagnostic différentiel (*pour faire ensuite un diag final*). Ce sont des éléments qui sont pathognomonique (*signe dont la seule*



présence est suffisante que pour poser un diagnostic). Par exemple, quand on a une paroi rigide : la **paroi cellulosique** (ϕ végétal : la membrane plasmique est doublée par une membrane solide, rigide : la paroi de cellulose. La cellulose est un polymère de glucose à liaison $\beta 1-4$: certains animaux, dont l'Homme, n'ont pas les éléments enzymatiques pour digérer cela). Cette paroi constitue une protection contre le choc osmotique. Elle peut être apparentée à une sorte d'exosquelette. La paroi cellulosique va être responsable de la turgescence. En général, une cellule eucaryote possédant une paroi cellulosique, c'est forcément une ϕ végétale.

Les organites de la ϕ végétale constituent de remarquables structures. Par exemple, les cyanobactéries ancestrales sont responsables de la vie sur terre grâce à un organite, le **chloroplaste**. Ces cyanobactéries viennent au sein des ϕ végétales. Elles ont inventé la photosynthèse.

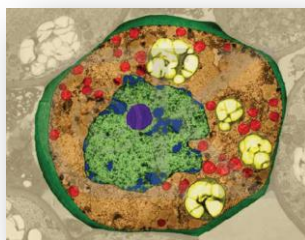
On va trouver également le **tonoplaste**. C'est la membrane de la vacuole aqueuse, très diluée. Cette structure a un rôle très important en relation avec la forme et la croissance de la ϕ .



Si ces éléments sont pathognomonique des ϕ végétales, le fait de ne pas en avoir ne retire pas la qualité d'être végétal. Par exemple, certaines ϕ végétales n'ont pas de chloroplaste (*Les chloroplastes ne produisent pas d'énergie utilisable pour la ϕ ...*).

Q : quel est l'organite que l'on ne trouve pas dans la ϕ végétale et qui est spécifique de la ϕ animale ?

R : on ne trouve jamais de centriole !



Le noyau :

C'est un organe particulièrement important. Il est entouré par une enveloppe nucléaire de **2 bicouches lipidiques**. Il contient de la chromatine et le nucléole. (*Sur une coupe en MET, on peut observer cette double bicouche lipidique*).

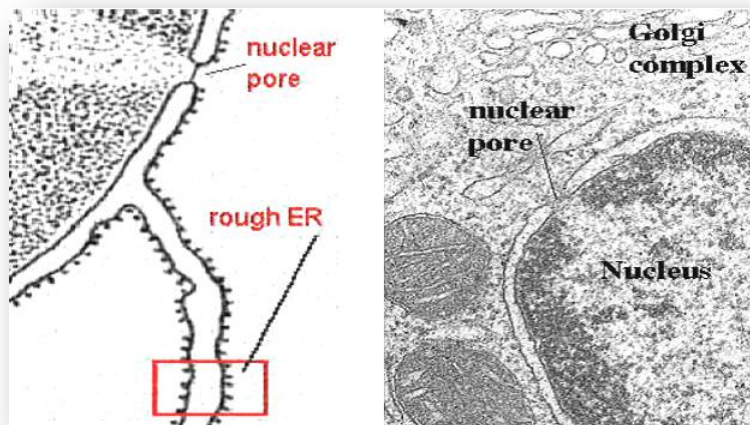
Le **nucléole** est un sous-compartiment cellulaire du noyau où **se produit la transcription des ARN ribosomiques**.



Souvent la taille du noyau peut varier d'une ϵ à l'autre. Ceci est un indicatif de l'activité cellulaire. On peut deviner cet état d'activité en l'observant.

Le noyau pourrait être considéré comme une bibliothèque, il possède 2 séries de 23 livres (2×23 *chromosomes*). Dans un noyau inactif, la chromatine reste dense. Tout est compacté, le noyau est petit, par contre, quand une synthèse protéique est nécessaire, le noyau va induire une synthèse d'ARN ribosomiaux, ce qui a pour conséquence d'augmenter la taille du nucléole. Le diamètre du noyau peut varier **de 10 ou 15 μm** .

Les pores nucléaires constituent un filtre important pour les ordres que donne le noyau ainsi que ceux qui viennent de l'extérieur. **La membrane nucléaire est en prolongement avec le REG.**



Les histones sont des protéines ayant un rôle clef dans la compaction de l'ADN, et donc, dans l'organisation de la chromatine. Ce sont des **protéines basiques** et sont constituées d'acides aminés basiques.

Q : quel est le groupement fonctionnel que l'on va trouver dans les aa basique, quel résidu on s'attend à trouver ?

R : un groupement amine (*et non un groupement hydroxyle : il n'y a aucune intervention acide ou basique...*).

Q : Comment la lysine serait chargée à pH =7 ?

R : toutes les fonctions seront ionisé : un acide aminé basique à pH=7 sera chargé positivement.

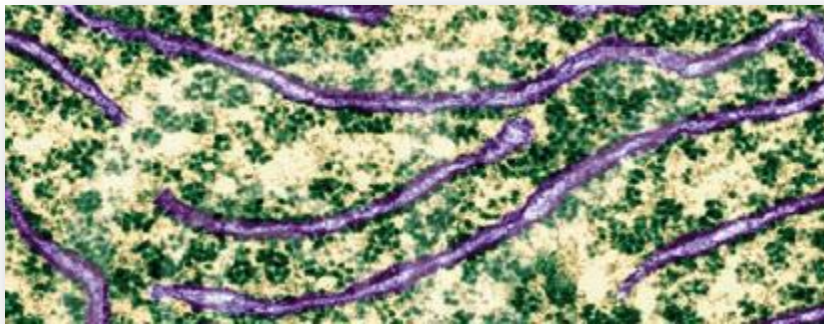


Les pores nucléaires présentent « une porte » répondant à un peptide signal (*le VIH a trouvé ce code*).

L'ARNm va être exporté dans le cytosol, être transcodé par les ribosomes puis la protéine synthétisée retourne dans le noyau par ces pores nucléaires pour se lier à l'ADN.

La membrane cellulaire :

Elle est très importante et sera l'objet d'analyse extrêmement poussée. Elle isole le cytoplasme (*organites + cytosol*) du milieu extracellulaire. le réticulum endoplasmique granuleux (*réseau fait de membrane interne*) est un des organites se trouvant à proximité du noyau il est constitué de citerne aplati (*le REL est plutôt enchevêtré*). La rugosité est due à de petites granules présentes à la face cytosolique des réticulum.



Ces organites permettent la synthèse de structure permettant l'exportation des protéines. Ils sont impliqués dans la synthèse des hormones de nature lipidique.

Q : quel lipide donne naissance à des hormones ?

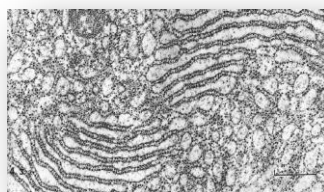
R : CHLT

Ce REL est aussi l'objet de la transformation des AG. Si on a une cellule qui a un RE.

Q : ç avec un REL extrêmement important, qu'est ce que cela signifie ?

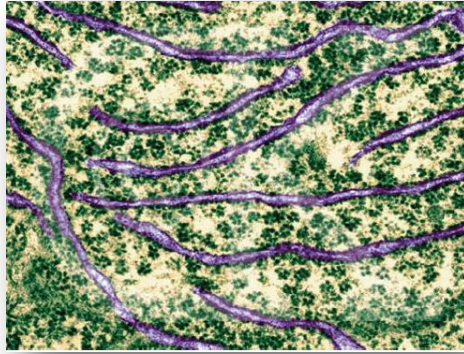
R : production de lipides.

Le REG, en fonction de l'état d'avancement, aura des aspects différents. Il y a une relation entre l'aspect et l'état fonctionnel du moment. Les ribosomes ne sont pas collés définitivement mais seulement le temps du codage de la protéine.



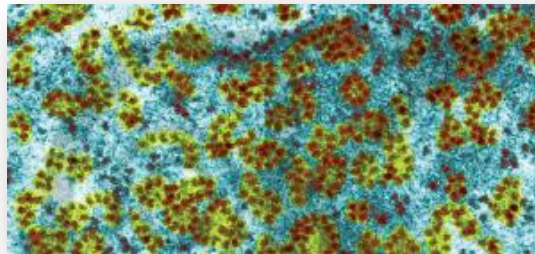
Q : comment on détermine qu'une ϕ est en grande activité de fabrication protéique ?

R : grande concentration de ribosome, il y a une formation de vacuole.



Dans le cas de cette image (*MET*), la ϕ n'est pas en train de faire des protéines, la lumière de la citerne est vide. La présence de ribosomes sur la paroi externe du réticulum n'est pas significative contrairement au remplissage des saccules qui lui, par contre, est significatif.

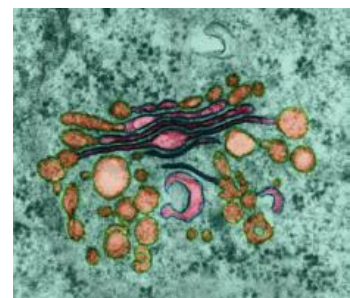
Les ribosomes se trouvent à la surface externe des protéines destinées à l'exportation. Certaines protéines vont cependant retourner dans la cellule ou dans le noyau (*elles vont être synthétisées dans le cytosol*). Quand on voit des ribosomes associés les uns aux autres, on parle de polyribosome : ils sont accrochés le long d'un ARNm qu'ils sont en train de traduire.



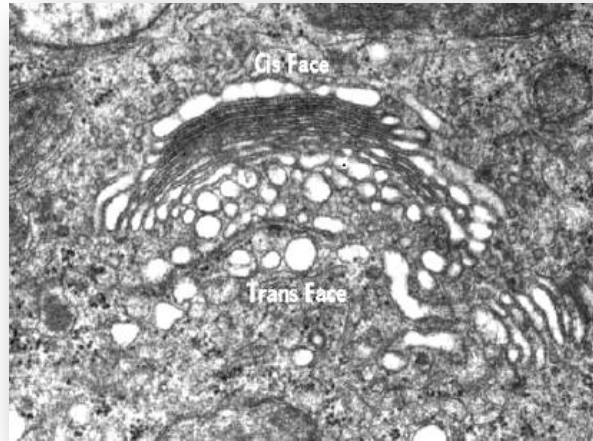
On peut mettre en évidence ce processus de traduction cytosolique. On peut, par la microscopie électronique à transmission, visualiser la molécule d'ARN, on voit des ribosomes accrochés. Les ribosomes se déplacent pour la transcription (*décodage*) on voit les chaînes polypeptidique qui sortent. Une même molécule d'ARN peut être synthétisée plusieurs fois.

L'appareil de golgi est un centre de réception, de triage, de maturation, de modifications post-traductionnelles et d'expédition de protéines destinées à l'exportation extracellulaire mais il sert également à la formation des vésicules contenant des enzymes : les lysosomes.

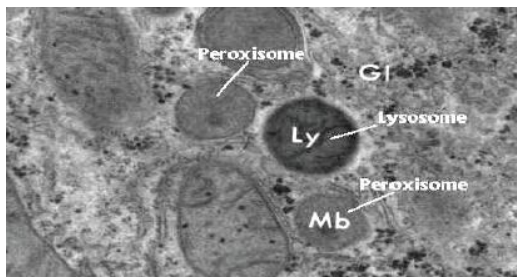
Les protéines destinées à l'exportation ne vont jamais rentrer en contact avec le cytosol.



Les vésicules se formant à partir du REG vont aller fusionner avec la phase **CIS** de l'appareil de golgi (*i.e. face CIS vers noyaux et face TRANS vers la membrane plasmique*), puis leur contenu va se diriger vers la face **TRANS** et ainsi subir une vésiculation vers la membrane plasmique. **Chacune des assiettes portent le nom de dictiosome.**



Les **lysosomes** sont des vésicules sortant du golgi et contenant des **enzymes hydrolytiques**. Ce sont de véritables « estomacs intracellulaires ». Ces lysosomes ont un rôle important dans le recyclage des organites vieillissants. Ces lysosomes vont avoir des aspects extrêmement hétérogènes en fonction de ce qui a été digéré. Il faut s'attendre à avoir des lysosomes dont l'aspect ultra structural sera radicalement \neq .



Les **peroxysomes** sont impliqués dans **l'oxydation**. Ils présentent un rôle important dans la **détoxification** (*pour éliminer toxines hydrophobes, il faut les rendre hydrosoluble et pour leur accrocher des groupements fonctionnels, il faut apporter de l'oxygène ce qui revient à oxyder la toxine*) ils sont produits par la **catalase**.

Le **cytosquelette** de filament intermédiaire est composé de microtubules, de filaments d'actines.

Les ϕ végétales sont toujours plus symétriques car leur forme est conditionnée par la paroi est plus rigide.